

Kovaalga fajok trait- és guild-alapú vizsgálatának szerepe kis szikes tavak ökológiai állapotfelmérésben

Körmendi Kitti*, Lengyel Edina**, Stenger-Kovács Csilla*

* Pannon Egyetem, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

** MTA-PE Limnológiai Kutatócsoport, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Kivonat

Az utóbbi években számos tanulmány látott napvilágot a kovaalga fajok jelleg- és guild-alapú vizsgálatának alkalmazhatóságáról, mivel ez a fajta megközelítés lehetővé teszi a vizes élőhelyek ökológiai állapotának gyors, informatív és költséghatékony elemzését. A hazai kis szikes tavak ilyen irányú tanulmányozásáról hasonló munka ez idáig nem született. A Kárpát-medence 33 szikes tavából származó 190 mintát elemeztünk. Az alábbi jellegeket és kovaalga ökológiai guildeket használtuk az elemzés során: planktonikus, mozgó, alacsony és magas profilú kovaalga ökológiai guild; sejttérfogat (5 kategória [S1-S5], $0 < 100 < 300 < 600 < 1500 \mu\text{m}^3 <$), és a sejtek hossz-szélesség aránya (6 kategória [LW1-LW6], $0 < 2 < 4 < 6 < 12 < 20 <$). A jellegek és guilds NMDS analízise alapján 7 csoportot tudtunk elkülöníteni: Gr1 (planktonikus guild), Gr2 (LW1 fajok), Gr3 (LW6 fajok), Gr4 (magas profilú guild + LW5), Gr5 (S4 fajok), Gr6 (alacsony profilú guild) és Gr7 (mozgó guild + LW2 + LW3 + LW4 + S1 + S2 + S3 + S6). A Gr7 csoport a magasabb hidrogén-karbonát, vezetőképesség és pH értékeket indikálta, így jól alkalmazható a szikes tavak jó ökológiai állapotának jelzésére.

Kulcsszavak

Kovaalga, szikes tó, ökológiai guild, funkcionális jelleg

The role of the trait- and guild-based investigation of diatom species in the ecological status assessment of soda pans

Abstract

Numerous studies have been published about the trait- and guild-based examination of diatom communities in recent years. These methods make it possible to analyse the ecological status of aquatic habitats in a fast, informative and cost-effective way. Despite the increasing spread of the trait-based approaches, such studies concerning soda pans are absent. In the Carpathian basin 190 samples from 33 soda pans were analysed. The following traits and guilds were applied: planktonic guild, low and high profile guild, motile guild; the biovolume of the cells ($S1 < 100 \mu\text{m}^3 < S2 < 300 \mu\text{m}^3 < S3 < 600 \mu\text{m}^3 < S4 < 1500 \mu\text{m}^3 < S5$) and the length-width (L/W) ratio of the cells ($LW1 < 2 < LW2 < 4 < LW3 < 6 < LW4 < 12 < LW5 < 20 < LW6$). Based on the NMDS analysis of the traits and guilds we could distinguish 7 groups: Gr1 (planktonic guild), Gr2 (LW1 species), Gr3 (LW6 species), Gr4 (high profile guild + LW5), Gr5 (S4 species), Gr6 (low profile guild) and Gr7 (motile guild + LW2 + LW3 + LW4 + S1 + S2 + S3 + S6). The species in Gr7 preferred the higher values of hydrogen carbonate, conductivity and pH, which are characteristic for the pristine status of the pans, while the presence of the other groups had a negative correlation with these variables.

Keywords

Diatom, soda pan, functional traits, ecological guilds

BEVEZETÉS

Az 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről (www/1) értelmében „a szikes tó olyan természetes vagy természetközeli vizes élőhely, melynek medrét tartósan vagy időszakosan legalább 600 mg/l nátrium kation dominanciájú oldott ásványi anyag tartalmú felszíni víz borítja, valamint sajátos sziki életközösséggel rendelkezik”. Ezekkel a speciális vizes élőhelyekkel a Föld összes kontinensén találkozhatunk (Williams 2005). Mivel nagyon sekélyek, vizük hőmérséklete az időjárásnak megfelelően, gyorsan változik (Boros és társai 2017), ezáltal a klímaváltozás hatásaira rendkívül érzékenyek (Williams 2002).

A funkcionális jellegek (traitek) definíció szerint olyan morfológiai, biokémiai, fiziológiai, szerkezeti, fenológiai vagy viselkedésszerű tulajdonságok, melyek az egyedi élőlények fenotípusában fejeződnek ki és jellemzők az adott organizmus környezetére adott válaszára és/vagy az ökoszisztéma tulajdonságaira gyakorolt hatásaira (Violle és társai 2007). Simberloff és Dayan (1991) meghatározása alapján a guild fajok

egy olyan csoportja, mely azonos forrásokat (általában) hasonló módon hasznosít.

Az elmúlt években már viszonylag sok publikáció látott napvilágot a funkcionális jellegek és/vagy ökológiai guilds kovaalga ökológiájában való alkalmazhatóságáról (Passy 2006, Berthon és társai 2011, Lange és társai 2011, Gottschalk és Kahlert 2012, Larson és Passy 2012, Rimet és Bouchez 2012, Stenger-Kovács és társai 2013, B-Béres és társai 2017). Ennek ellenére hasonló munka a szikes tavak diatómáiról még nem született.

Kutatásunk célja a Kárpát-medencei kis szikes tavak kovaalga összetételének vizsgálata alapján egy olyan jelleg- és guild-alapú módszer kidolgozása volt, mellyel a tavak legfontosabb fizikai és kémiai paraméterei indikálhatók.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A Kárpát-medence területén található 2 régió (Fertő-Hanság és Duna-Tisza köze) 33 kis szikes tavának iszapjáról és/vagy vízi növényzetéről 2006 és 2015 között gyűjtött 190 darab mintát vizsgáltunk (a mintavételek

idejéről, gyakoriságáról, valamint a tavak általános fizikai és kémiai paramétereiről az alábbi publikáció ad részletes tájékoztatást: *Stenger-Kovács és társai 2014*). A begyűjtött mintákat a helyszínen etil-alkohollal tartósítottuk, majd forró hidrogén-peroxidos módszerrel preparáltuk azokat. Az elkészült preparátumokat fénymikroszkóppal (Zeiss Imager A1), PLAN Apochromat 100x 1.4/∞ Oil Dic lencsével, 1000x-es nagyításon, immerziós olaj segítségével vizsgáltuk. Véletlenszerűen kiválasztott 400 darab valvát számoltunk és határoztunk meg a következő határozókötetek segítségével: *Krammer és Lange-Bertalot (1991, 1997, 1999a, 1999b)*, *Lange-Bertalot (2013)*, *Krammer (2000-2013)*, *Bey és Ector (2013)*, *Stenger-Kovács és Lengyel (2015)*.

A terepen a víz hőmérsékletét, pH-ját, vezetőképességét, oldott oxigéntartalmát, és oxigéntelítettségét mértük meg HQd 40 Field Case hordozható készülékkel. A laboratóriumi elemzések során az alábbi paraméterek mennyi-

ségét határoztuk meg: karbonát-, hidrogénkarbonát-, klorid-, szulfácion, kémiai oxigénigény (KOI), nitrogén- és foszforformák, oldható reaktív szilícium (SRSi).

R programcsomag (*Ihaka és Gentleman 1996*) segítségével nem-metrikus többdimenziós skálázást (NMDS), redundancia analízist (RDA), illetve varianciaanalízist (ANOVA) és *post hoc* TukeyHSD-tesztet végeztünk az adatsorunkon. Az NMDS segítségével a jellemző tulajdonságok egymástól való távolságát vizualizáltuk, míg az RDA a jellegeket és guildeket tartalmazó csoportok eloszlását leginkább meghatározó fizikai és kémiai paraméterek felderítésére szolgált. ANOVA-t és TukeyHSD-tesztet alkalmaztunk a hossz/szélesség arány 6 kategóriájának elkülönítésére, mivel a varianciaanalízis három vagy több csoport átlagainak elkülönítésére kitűnően alkalmas (*Diez és társai 2017*). A vizsgálat során alkalmazott guildeket és jellegeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A vizsgálat során alkalmazott kovaalga ökológiai csoportok és jellegek
Table 1. The diatom ecological guilds and traits applied in the study

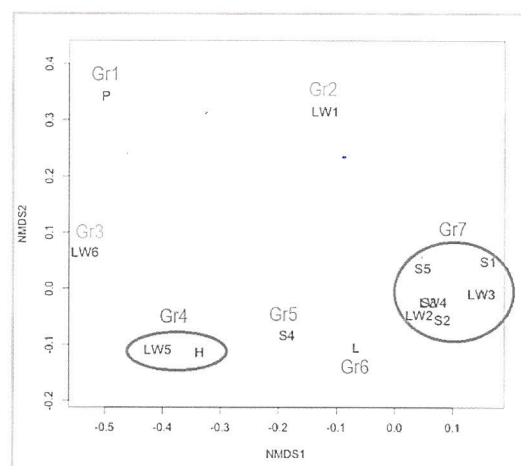
KOVAALGA ÖKOLÓGIAI GUILD	JELLEGEK	
(Passy, 2006; Rimet & Bouchez, 2012)	Sejttérfogat (Rimet és Bouchez, 2012)	Hossz-szélesség (L/W) arány
alacsony profilú	S1 < 100 μm^3	LW1 < 2
magas profilú	S2 100-300 μm^3	LW2 2-4
mozgó	S3 300-600 μm^3	LW3 4-6
planktonikus	S4 600-1500 μm^3	LW4 6-12
	S5 1500 μm^3 <	LW5 12-20
		LW6 20 <

EREDMÉNYEK

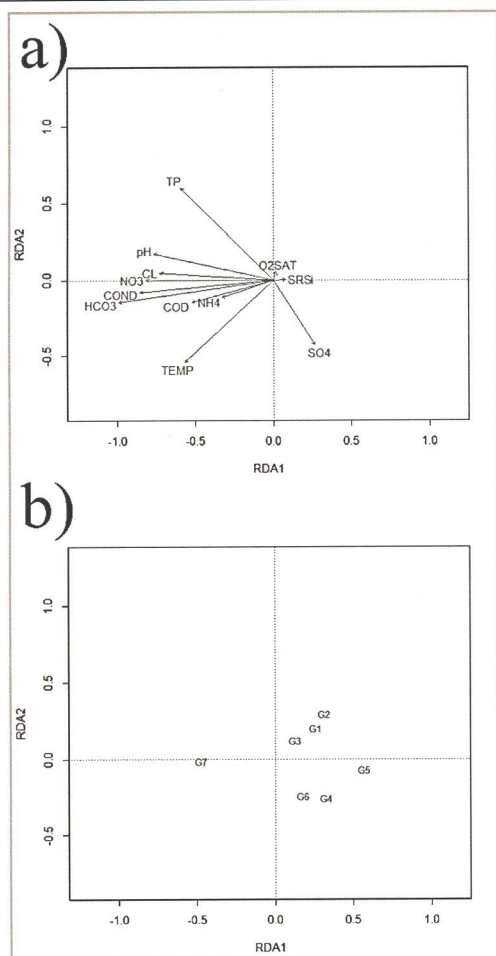
A megvizsgált 190 darab bevonatmintából 64 nemzetséget és 283 fajt azonosítottunk. 56 kovaalga faj volt domináns, melyek többsége a *Nitzschia* nemzetséghez tartozott.

A kiválasztott jellegek és guildek NMDS analízise (1. ábra) alapján 7 csoportot tudunk elkülöníteni: Gr1 (planktonikus guild), Gr2 (kerekded valvájú fajok), Gr3 (hosszú, vékony valvájú fajok), Gr4 (magas profilú guildbe tartozó, hosszúkás valvájú fajok), Gr5 (600-1500 μm^3 sejttérfogatú fajok), Gr6 (alacsony profilú guild) és Gr7 (mozgó guildbe tartozó, lándzsa/levél alakú valvával rendelkező, < 600 μm^3 vagy 1500 μm^3 < sejttérfogatú fajok).

Az RDA alapján a csoportok eloszlását meghatározó szignifikáns paraméterek (2/a. ábra) az alábbiak voltak (csökkenő sorrendben, $p < 0,001$): hidrogénkarbonát-ion tartalom ($r^2=0,22$), vezetőképesség ($r^2=0,16$), összfoszfor-tartalom ($r^2=0,16$), nitrát-ion tartalom ($r^2=0,15$), pH ($r^2=0,14$), víz hőmérséklet ($r^2=0,14$). A Gr7 csoportba tartozó fajok a szikes tavak természetes állapotára jellemző magasabb hidrogénkarbonát-ion tartalmat, vezetőképességet és pH-t preferálták (2/b. ábra).



1. ábra. Az NMDS analízis alapján kapott 7 csoport
(Megjegyzések: Gr1: planktonikus guild; Gr2: kerekded valvájú fajok; Gr3: hosszú, vékony valvájú fajok; Gr4: magas profilú guildbe tartozó, hosszúkás valvájú fajok; Gr5: 600-1500 μm^3 sejttérfogatú fajok; Gr6: alacsony profilú guild; Gr7: mozgó guildbe tartozó, lándzsa/levél alakú valvával rendelkező, 0-600 μm^3 vagy 1500 μm^3 < sejttérfogatú fajok)
Figure 1. The seven groups obtained through NMDS analysis
(Notes: Gr1: planktonic guild; Gr2: species with roundish valves; Gr3: species with long, thin valves; Gr4: species belonging to the high profile guild with longish valves; Gr5: species with a biovolume between 600 and 1500 μm^3 ; Gr6: low profile guild; Gr7: species belonging to the motile guild with lance-/leaf-shaped valves and with a biovolume between 0 and 600 μm^3 or larger than 1500 μm^3)



2/a. ábra. A fizikai és kémiai paraméterek és a kovaalga jellegek alapján elvégzett redundancia analízis (Megjegyzés: HCO₃: hidrogénkarbonát-ion, CL: klorid-ion, NO₃: nitrát-ion, COND: vezetőképesség, TP: összes foszfor, COD: kémiai oxigénigény, TEMP: vízhőmérséklet, NH₄: ammónium-ion, O₂SAT: oxigén-telítettség, SO₄: szulfát-ion, SRSi: oldható reaktív szilícium)

2/b. ábra. Az NMDS alapján kapott 7 csoport redundancia analízise

Figure 2/a. The redundancy analysis performed concerning the physical and chemical parameters and the diatom traits (Notes: HCO₃: bicarbonate ion, CL: chloride ion, NO₃: nitrate ion, COND: conductivity, TP: total phosphorus content, COD: chemical oxygen demand, TEMP: water temperature, NH₄: ammonium ion, O₂SAT: oxygen saturation, SO₄: sulphate ion, SRSi: soluble reactive silicon)

Figure 2/b. The redundancy analysis performed concerning the seven groups obtained by the NMDS analysis

ÉRTÉKELÉS

Kis szikes tavakban a *Nitzschia* nemzetség dominanciája jellemző (Stenger-Kovács és társai 2014). A mozgó guildbe tartoznak ezek a fajok (Passy 2006), így mozgásképességüknek (Kutka és Richards 1996) és árnyéktűrő-süknek köszönhetően kompetitív előnnyel rendelkeznek a többi kovaalga fajjal szemben a szikes tavakban uralkodó extrém környezeti viszonyok között (Stenger-Kovács és társai 2014).

A redundancia analízis alapján a hidrogénkarbonát-ion tartalom és a vezetőképesség voltak a legfontosabb vízkémiai paraméterek, melyek az egyes csoportokra hatást gyakoroltak. A vezetőképességet, mint mesterváltozót, már számos tanulmány alátámasztotta (pl. Battarbee és társai 2001, Stenger-Kovács és társai 2014). A fontossá-

gi sorrendben az összes foszfor- és nitrát-tartalom voltak a következő meghatározó környezeti paraméterek, mivel a felszíni vizek algaközösségei számára a nitrogén és a foszfor a fő limitáló tápanyagok (Padisák 2005). Az RDA szerint a pH-tartalom és a vízhőmérséklet voltak az utolsók a szignifikáns vízkémiai változók között. Habár a pH a fajösszetételt jelentősen befolyásoló paraméter (Gasse 1986), hiszen a tápanyagok felvehetőségét jelentősen befolyásolja (Sondergaard és társai 1990), Blinn (1993) szerint az alkalikus vizek diatómái kevésbé érzékenyek a pH változásaira, mint a savas-semleges tavak fajai. A vízhőmérséklet fontossága azzal magyarázható, hogy alapvető hatással van számos más fizikai és kémiai paraméterre (pl. pH-tartalom, tápanyagok körforgása; Battarbee 2000). A Gr7 csoport, vagyis a mozgó guildbe tartozó, lándzsa/levél alakú valávál rendelkező, 600 µm³ alatti, vagy 1500 µm³-nél nagyobb sejttér-fogatú fajok pozitív korrelációt mutattak a hidrogénkarbonát-ion tartalommal, vezetőképességgel és pH-val, így ez a csoport alkalmas a szikes tavak természetes állapotának indikálására. A többi csoport esetében negatív összefüggést tapasztaltunk ezekkel a vízkémiai változókkal szemben, ezáltal ezeknek a csoportoknak a jelenléte a tavak természetes állapotától való negatív irányú eltérést indikálják.

2. táblázat. Más ökoszisztémák kovaalga ökológiai guildjeinek pH-tartalomra és vezetőképességre adott válaszainak összehasonlítása a kis szikes tavak diatóma guildjeinek válaszaival (vez.kép. = vezetőképesség)

Table 2: The responses of diatom ecological guilds to other ecosystems to pH and conductivity compared to the responses of diatom guilds of soda pans

	Svéd tavak (Gottschalk & Kahlert, 2012)	Síkvidéki vízfolyások (B-Béres et al., 2017)	Kis szikes tavak	
	pH	pH vez.kép	pH	vez.kép
alacsony profilú guild	(+)	(-)	(-)	(-)
magas profilú guild	(-)	(+)	(-)	(-)
mozgó guild	(-)		(+)	(+)
planktonikus guild		(+)	(-)	(-)

Gottschalk és Kahlert (2012) svéd tavakkal foglalkozó tanulmányában a mozgó és magas profilú guild negatív korrelációt mutatott a pH-val szemben, míg az alacsony profilú guild fajai pozitívak. Egy magyar síkvidéki vízfolyásokat érintő vizsgálatban (B-Béres és társai 2017) a planktonikus guild algái pozitívan reagáltak a pH növekedésére, míg a vezetőképesség emelkedésére az alacsony profilú guild negatívan, a magas profilú guild pedig pozitívan válaszolt. Ezzel szemben a szikes tavak diatóma guildjei közül egyedül a mozgó guild mutatott pozitív korrelációt a pH-val és vezetőképességgel, míg a többi guild negatívan reagált ezekre (2. táblázat). Ezen különbségek oka lehet, hogy a kis szikes tavak sós, erősen lúgos közegében (pH=9-10) az egyes guildok más választ adnak ennek a két igen fontos környezeti háttérváltozó megváltozására, mint más, savas vagy semleges pH-val rendelkező, alacsonyabb vezetőképességű víztestekben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani Szabó Beátának és Vass Máténak az NMDS analízis elvégzésében nyújtott segítségükért. Köszönjük a Pannon Egyetem Limnológia Intézeti Tanszék összes munkatársának, hogy részt vettek a vízkémiai mérések elvégzésében. Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 és az OTKA K81599 projekt anyagi támogatásáért. A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-2-I-PE-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság programjának támogatásával készült.

IRODALOM

- Battarbee R. W. (2000). Palaeolimnological approaches to climate change, with special regard to the biological record. *Quaternary Science Reviews* 19: 197–124.
- Battarbee R. W., Jones V. J., Flower R. J., Cameron N. G., Bennion H., Carvalho L. & Juggins S. (2001). Diatoms. In Smol J. P., Birks H. J. B., Last W. M. (ed.): *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 155–202.
- B-Béres V., Török P., Kókai Zs., Lukács Á., T-Krasznai E., Tóthmérész B., Bácsi I. (2017). Ecological background of diatom functional groups: Comparability of classification systems. *Ecological Indicators* 82: 183–188.
- Berthon V., Bouchez A., Rimet F. (2011). Using diatom life-forms and ecological guilds to assess organic pollution and trophic level in rivers: a case study of rivers in south-eastern France. *Hydrobiologia* 673: 259–271.
- Bey M.-Y. & Ector L. (2013). *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tome 1-6. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes*, Lyon. 1182 + 27 pp.
- Blinn D. W. (1993). Diatom Community Structure Along Physicochemical Gradients in Saline Lakes. *Ecology* 74(4): 1246–1263.
- Boros E., V-Balogh K., Vörös L., Horváth Zs. (2017). Multiple extreme environmental conditions of intermittent soda pans in the Carpathian Basin (Central Europe). *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 62: 38–46.
- Diez D. M., Barr C. D., Cetinkaya-Rundel M. (2017). *OpenIntro Statistics* (3rd ed.). 436 pp.
- Gasse F. (1986). East African diatoms: taxonomy, ecological distribution. Cramer, Stuttgart. 201 pp.
- Gottschalk S., Kahlert M. (2012). Shifts in taxonomical and guild composition of littoral diatom assemblages along environmental gradients. *Hydrobiologia* 694: 41–56.
- Ihaka R., Gentleman R. (1996). R: A Language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5/3: 299–314.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991, 1997, 1999 a, b). Bacillariophyceae 1-4. Teil. In Pascher, A. (ed.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 2/1-4. Gustav Fischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Krammer K. (2000-2013). Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats (ed. Lange-Bertalot, H.). Volumes 1-7. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein.
- Kutka F. J. & Richards C. (1996). Relating diatom assemblage structure to stream habitat quality. *Journal of the North American Benthological Society* 15: 469–480.
- Lange K., Liess A., Piggott J. J., Townsend C. R., Matthaei C. D. (2011). Light, nutrients and grazing interact to determine stream diatom community composition and functional group structure. *Freshwater Biology* 56: 264–278.
- Lange-Bertalot H. (ed., 2013). *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. 2. korrigierte Auflage. Koeltz Scientific Books, Königstein. 908 pp.
- Larson C. A. & Passy S. I. (2012). Taxonomic and functional composition of the algal benthos exhibits similar successional trends in response to nutrient supply and current velocity. *FEMS Microbiology Ecology* 80(2): 352–362.
- Padisák J. (2005) Általános limnológia. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 310 pp.
- Passy S. I. (2006). Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86: 171–178.
- Rimet F., Bouchez A. (2012). Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 406(1): 1–12.
- Simberloff D., Dayan T. (1991). The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 22: 115–143.
- Sondergaard M. E., Jeppesen P., Kristensen P., Sortkjaer O. (1990). Interactions between sediment and water in a shallow and hypertrophic lake: a study on phytoplankton collapses in Lake Søbygard, Denmark. *Hydrobiologia* 191: 139–148.
- Stenger-Kovács C., Lengyel E., Crossetti L. O., Üveges V., Padisák J. (2013). Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. *Ecological Indicators* 24: 138–147.
- Stenger-Kovács Cs., Lengyel E. (2015). Taxonomic and distribution guide of diatoms in soda pans of Central Europe. *Studia Botanica Hungarica* 46(Suppl.): 3–203.
- Stenger-Kovács Cs., Lengyel E., Buczkó K., Tóth M. F., Crossetti, L. O., Pellingner A., Zámóné Doma Zs., Padisák J. (2014). Vanishing world: alkaline, saline lakes in Central Europe and their diatom assemblages. *Inland Waters* 4: 383–396.
- Violle C., Navas M. L., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I., Garnier E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116(5): 882–892.
- Williams W. D. (2002). Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025. *Environmental Conservation* 29: 154–167.

Williams W. D. (2005). Lakes in arid environments. In O'Sullivan P. E. & Reynolds C. S. (ed.): The Lake Handbook Vol 2, Lake Restoration and Rehabilitation. Blackwell Publishing, Malden, Oxford, Carlton. 200-240.

www.l.
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99600053
.TV (2017.08.04.)

A SZERZŐK



KÖRMENDI KITTI a Pannon Egyetem Környezettan alapszakos hallgatójaként, 2014 nyarán kezdett el foglalkozni kovaalgákkal. Egyetemi tanulmányai során összesen hét hazai és egy nemzetközi konferencián vett részt a Kárpát-medence kis szikes tavainak kovaalga közösségeiről készült tanulmányaival. Fő kutatási témái a vizsgált tavak kovaalga közösségeinek fajösszetétele, biodiverzitása és funkcionális diverzitása voltak. 2018 nyarán végzett okleveles Környezetkutatóként.

LENGYEL EDINA PhD, tudományos segédmunkatárs, MTA-PE Limnoökológiai Kutatócsoport. Magyar Hidrológiai Társaság tagja (2017-). 2016-ban a Pannon Egyetem Kémiai és Környezettudományi Doktori Iskolában készítette el doktori értekezését stressz és diszturbancia témakörben. Kitüntetések: MTA VEAB régió legjobb PhD munkája (2017). Kutatási terület: Egyensúlyi állapot vizsgálata; Szikes tavak diatomológiai és limnológiai kutatása; Kovaalga fajok ökofiziológiai vizsgálata; Barna vizű tavak Chrysophyceae algáinak felmérése.

STENGER-KOVÁCS CSILLA PhD, egyetemi docens, Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, környezettudományi MSc és környezettan BSc szakok szakvezetője. Magyar Hidrológiai Társaság tagja (2006-), MHT Limnológiai Szakosztályának vezetőségi tagja (2017-). Kitüntetések: MTA VEAB régió legjobb PhD munkája (2007), Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj (2013), OTDT Mestertanár Aranyérem (2017), Nők a Tudományban Kiválósági Díj (2018). Kutatási terület: A kovaalgák alkalmazása felszíni vizeink ökológiai állapotbecslésében; Folyóvizek és állóvizek kovaalga közösségeinek guild- és jelleg alapú vizsgálata.